

Aus der Universitäts-Augenklinik Zürich

Direktion: Prof. Dr. R. Witmer

Arbeit unter Leitung von Prof. Dr. A.-C. Martenet

**Die Bulbusperforation
als Windschutzscheibenverletzung**

Inaugural-Dissertation

**zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen
Fakultät der Universität Zürich**

vorgelegt von

Marc A. Peter

von Zürich und Winterthur

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. R. Witmer

Zürich 1982

Aus der Universitäts-Augenklinik Zürich

Direktion: Prof. Dr. R. Witmer

Arbeit unter Leitung von Prof. Dr. A.-C. Martenet

**Die Bulbusperforation
als Windschutzscheibenverletzung**

Inaugural-Dissertation

**zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen
Fakultät der Universität Zürich**

vorgelegt von

Marc A. Peter

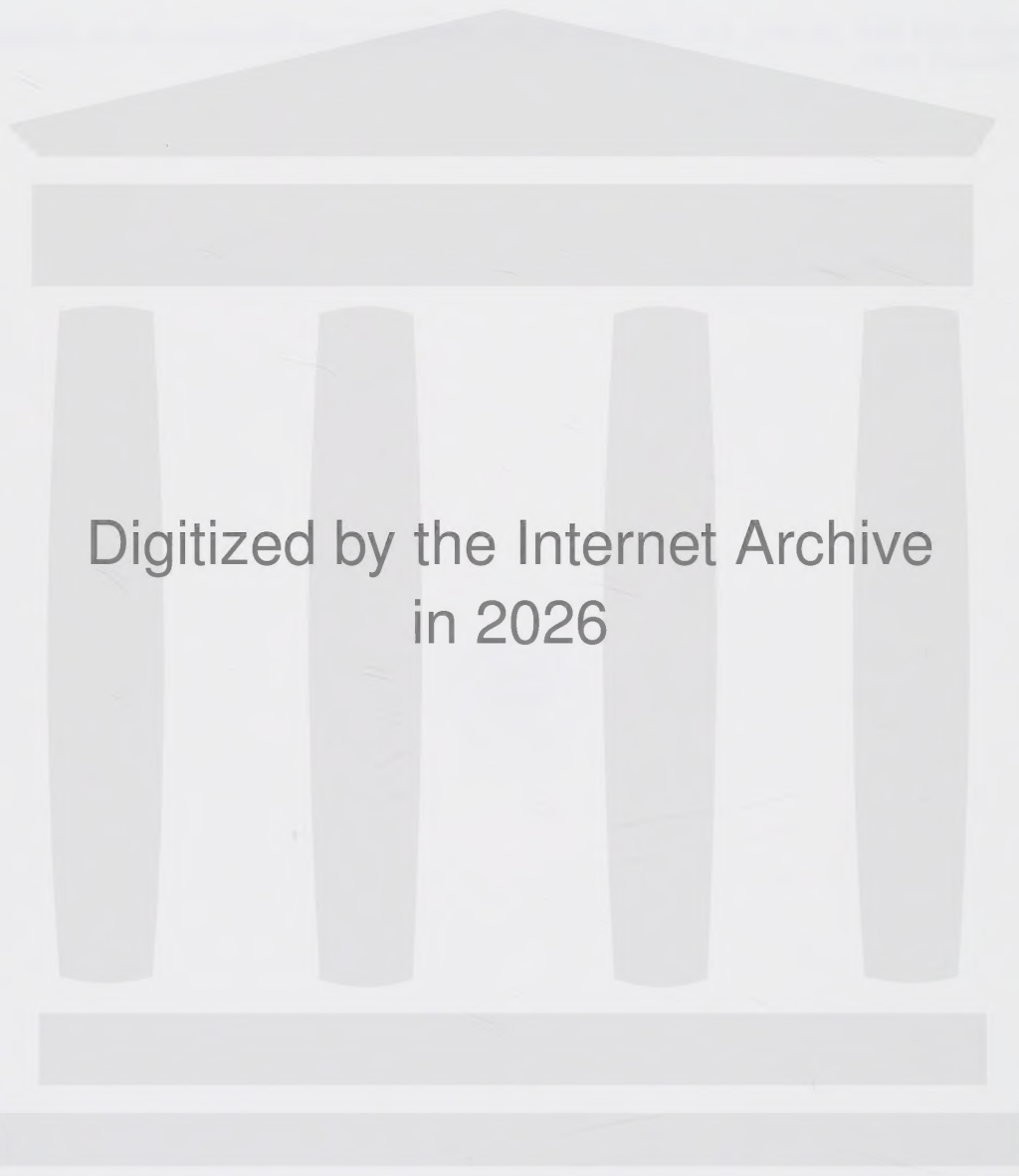
von Zürich und Winterthur

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. R. Witmer

Zürich 1982



Ich danke Frau Prof. Dr. med. A.-C. Martenet für ihre Anregungen und Ratschläge, die zur Realisierung dieser Arbeit unerlässlich waren.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507201_0077

Die Bulbusperforation* als Windschutzscheiben- verletzung

M. A. Peter

Ocular perforations in Windshield Accidents

Summary

An investigation was made on the influence of the use of the microscope in the operative treatment of 107 patients who suffered ocular injury due to windshield perforations in automobile accidents from 1964 to 1978. The use of the microscope improved vision in patients who suffered sclerocorneal and corneal injury. Frequency and prognosis of these lesions were analysed. Sclerocorneal perforations are the most common and are least expected to show satisfactory results. More than one third of all patients suffer blindness in one or both eyes. 69 % of the patients are on disablement pension. Preventive measures were listed and a statistic of the circumstances of the accidents was set up: 75 % of the injured are male, almost 50 % of the drivers are in the age group 18 to 25. Every fifth driver was under the influence of alcohol, 97 % of the patients were not wearing safety belts.

Zusammenfassung

Es wurde untersucht, ob die Verwendung des Mikroskopes bei der operativen Wundversorgung von 107 Patienten, die von 1964 bis 1978 eine Augenperforation als Folge eines Autounfalls erlitten haben, zu besseren visuellen Resultaten geführt hat, was sich für sklerokorneale und korneale Läsionen bestätigen liess. Weiter wurden die Verletzungen nach Häufigkeit und Prognose untersucht. Die sklerokornealen Perforationen kommen am

häufigsten vor und haben die schlechteste funktionelle Prognose.

Mehr als ein Drittel aller Patienten sind auf mindestens einem Auge blind geworden. 69 % aller Patienten beziehen eine Invaliditätsrente. Es wurde neben einer Aufstellung von Verhütungsmassnahmen eine Statistik bezüglich Unfallumstände erarbeitet: Drei Viertel aller Verunfallten sind Männer, fast die Hälfte der Lenker sind zwischen 18- und 25jährig. 20 % der Unfälle ereigneten sich unter dem Einfluss von Alkohol. 97 % der Patienten trugen keine Sicherheitsgurten.

Résumé

Nous avons étudié le rôle du microscope opératoire sur l'amélioration des résultats fonctionnels chez 107 patients qui ont eu une perforation oculaire par éclat de pare-brise de 1964 à 1978, ce qui s'est confirmé par les blessures sclérocornéennes et cornéennes. La fréquence et le pronostic de ces blessures ont été analysées. Les perforations sclérocornéennes sont les plus fréquentes et ont le pronostic le plus sévère. Plus d'un tiers des patients ont perdu au moins un œil. 69 % des patients sont au bénéfice d'une rente d'invalidité. Des mesures préventives et une statistique des circonstances d'accidents ont été établies: 75 % des blessés sont des hommes, presque 50 % des conducteurs ont entre 18 et 25 ans. 20 % des blessés étaient sous l'influence de l'alcool, 97 % ne portaient pas de ceinture de sécurité.

* Arbeit unter Leitung von Prof. Dr. A.-C. Martenet

Einleitung

Vor 100 Jahren, als bekanntlich die ersten von *Benz* und *Daimler* erbauten Automobile die Strassen Mannheims und Berlins eroberten, war die Windschutzscheibenverletzung noch unbekannt. Erst die Entdeckung der Windschutzscheibe im Jahre 1904 durch den Franzosen Georges Huillen brachte diese neue Verletzungsgefahr mit sich.

Mit dem immer grösser werdenden Verkehrsaufkommen und den damit verbundenen Unfällen hat sich seither die Zahl dieser Augenverletzungen vervielfacht. Entsprechend sind die Bemühungen von seiten der Mediziner, der Verkehrsbehörden wie auch der Autoproduzenten stärker geworden, Ursache, Risiko und Prophylaxe dieser Verletzung zu ergründen sowie wirkungsvolle Methoden zu entwickeln, diese Augenverletzungen zu behandeln. Mit der Hoffnung, durch verfeinerte Technik, kleineres operatives Trauma und genauere Wundapposition ein besseres visuelles Resultat bei solchen Verletzungen zu erzielen, wurde 1966 an der Zürcher Universitäts-Augenklinik das Operationsmikroskop eingeführt.

Ziel dieser Arbeit ist es, zu untersuchen, ob die Funktion nach perforierender Verletzung am Auge bei mikroskopisch kontrollierter Operation besser ist. Weiterhin befassten wir uns mit der statistischen Auswertung der verschiedenen Unfälle, mit dem klinischen Bild dieser Verletzungen und mit den zu empfehlenden Verhütungsmassnahmen.

Die Augen werden meist durch Splitter der Windschutzscheibe verletzt (*Gailloud et al.*, *Merté et al.*). Einer unserer Patienten erlitt zusätzliche Perforationen durch Scherben des Rückspiegels. Die Windschutzscheibe wird meistens durch den Kopf des unangeschnallten Insassen von innen zertrümmert (direkter Mechanismus); weit weniger häufig (*Peyresblanques* und *Boudet*: 5 % *Müller-Jensen*: bis 10 %) erleiden Patienten Verletzungen durch ihnen entgegenfliegende Glasscherben (indirekter Mechanismus), verursacht durch Wild oder aufgeschleuderte Steine (*Hollwich et al.*, *Taglioni et al.*, *Hugonnier*).

Der von *Gögler* präzise beschriebene Ablauf des Unfallvorganges bei Frontalzusammenstoss sei in Kürze

zusammengefasst: Phase 1: Längsstauchung der Beine, Anschlagen der Knie am unteren Teil des Armaturenbrettes und der Brust des Fahrers auf dem Lenkrad; Phase 2: Anschlagen des Kopfes am oberen Windschutzscheibenrahmen; Phase 3: Zurückprallen des Kopfes; Phase 4: Vorschnellen des Kopfes in die Windschutzscheibe mit einer Geschwindigkeit, die etwa der Auffahrgeschwindigkeit entspricht; Phase 5: Kopf fällt seinem Gewicht entsprechend auf den unteren Glasscherbenrand der durchbrochenen Windschutzscheibe («la guillotine du pare-brise», *Taglioni et al.*, *Boudet*). Je nach Kopfstellung entstehen die sehr typischen Verletzungslinien (Abb. 1a–c).

Nach *Hollwich et al.* entstehen die meisten Verletzungen durch eigenes Verschulden des Lenkers, und zwar sind die Ursachen der Häufigkeit nach: Alkoholeinfluss, menschliches Versagen (Ermüdung, mangelnde Konzentration, Unaufmerksamkeit), zu schnelles Fahren, ungünstige Witterungsverhältnisse, unerwartetes Hindernis auf der Fahrbahn, riskantes Überholen, plötzlich zerspringende Windschutzscheibe, Blendung durch entgegenkommende Fahrzeuge.

Es ist erstaunlich, dass über zwei Drittel der Unfälle, die zu schweren Augenschädigungen führen, sich im Stadtverkehr bei einer Geschwindigkeit von unter 60 km/h ereignen (*Holland*, *Hugonnier*, *Peyresblanques*, Unfallstatistiken der Zürcher Kantonspolizei), d. h. bei einem Tempo, bei dem sich der Schutz der Sicherheitsgurten voll auswirken könnte.

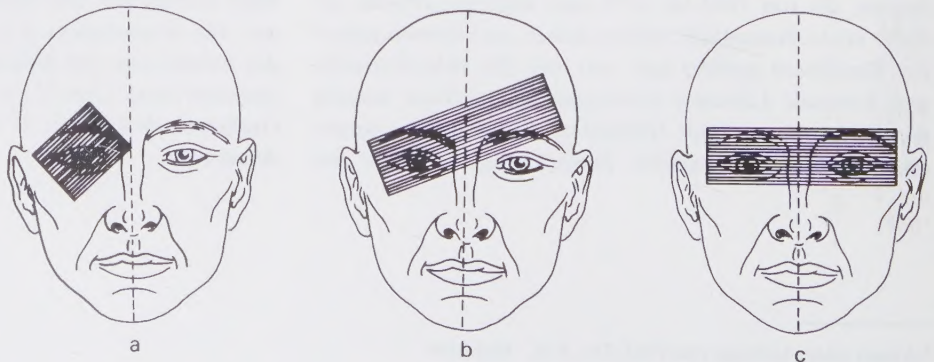
Was die Operationstechnik und das Operationsmaterial anbetrifft, sind wir wie *Stallard*, *Vallat* und *Boudet* der Ansicht, dass jede Augenverletzung wegen Infektionsgefahr und Heilungsaussichten möglichst rasch operiert werden muss. Schon 24 Stunden nach einem Augentrauma sind die Wundränder ödematös und können nicht mehr genau genäht werden, was zu schlechteren visuellen Resultaten führt. Unter einer meist lokalen Anästhesie werden prolabierte – sofern nicht mehr reponierbar – oder nekrotische Iristeile entfernt und die Perforationsstelle genäht. Speziell in der Kornea können mit Hilfe des Mikroskops die Nähte viel genauer gesetzt werden.

Abb. 1a. Einseitige Bulbus- und Lidverletzung bei stark abgewendetem Kopf; Häufigkeit 49 % (52 %)

Abb. 1b. Einseitige Bulbusperforation und beidseitige Lidverletzung bei leicht abgewendetem Kopf; Häufigkeit 39 % (29 %)

Abb. 1c. Beidseitige Bulbus- und Lidverletzung bei senkrechtem Auftreffen des Kopfes; Häufigkeit 16 % (19 %)

Häufigkeitswerte nach *Hollwich et al.* (eigene Resultate)



Es stehen zwei verschiedene Fäden zur Verfügung. Die Barraquerseide (68 Mikrometer) mit zweiprozentiger Elastizität kann bei Operationen ohne Mikroskop verwendet werden. Ihre Tendenz zum Ausfasern und die geringe Elastizität verursachen nach längerem Liegen eine Gewebnekrose, so dass eine überschüssige fibröse Narbenbildung einen guten Visus verhindern kann. Somit muss der Faden nach zwei bis drei Wochen entfernt werden. Der «Tübingerfaden» aus Nylon (16–30 Mikrometer) mit 22prozentiger Elastizität löst keine Gewebereaktionen aus, muss aber mit Lupe oder Mikroskop gesetzt werden. Seine gute Elastizität ist von Vorteil, wenn die genähten Wundränder während der Narbenbildung wieder abschwellen.

Krankengut

1012 Augenverletzungen wurden von 1964 bis 1978 an der Universitäts-Augenklinik in Zürich behandelt. Von diesen waren 118 (= 12 %) Folgen eines Autounfalls. Elf nicht bei uns primär versorgte Patienten wurden von der Auswertung ausgeschlossen und lediglich im Kapitel über Unfallstatistik berücksichtigt. Die übrigen 107 Patienten lassen sich in zwei Gruppen gliedern, eine, deren Wundversorgung ohne Mikroskop durchgeführt (GoM = 60 Patienten), und eine andere, deren Wundversorgung mit Hilfe des Mikroskops durchgeführt wurde (GmM = 47 Patienten).

Der Krankheitsverlauf wurde möglichst bei allen 107 Patienten bis zum Abschluss verfolgt. Bei jenen, die erst gegen Ende 1978 ihren Unfall erlitten, musste ihr gegenwärtiges Befinden als Endresultat angegeben werden. Ein Teil der Patienten liess sich auswärts weiterbehandeln. Diese Ärzte wurden um eine schriftliche ergänzende Krankengeschichteszusammenfassung gebeten.

Ergebnisse und Diskussion

1. Unfallumstände

Alter und Geschlecht

39 % der Verunfallten sind 18 bis 25 Jahre alt, 64 % zwischen 18 und 35. Das Verhältnis Männer zu Frauen ergibt 72 zu 28 %. Dieses Verhältnis bleibt in jeder Altersklasse einigermaßen konstant. Die Prozentzahlen der in Abbildung 2 dargestellten schraffierten Fläche beziehen sich auf 77 Männer = 100 %.

Selbstfahrer/Beifahrer

Das Verhältnis Selbstfahrer zu Beifahrer ergibt 64 zu 36 %. Dies liesse vermuten, dass der Fahrer häufiger verletzt wird. Tatsächlich aber waren die meisten Lenker beim Unfall alleine im Auto. Der Beifahrer ist die gefährdetere Person; nach Hollwich et al. wird er sechsmal so häufig von der Windschutzscheibe verletzt wie

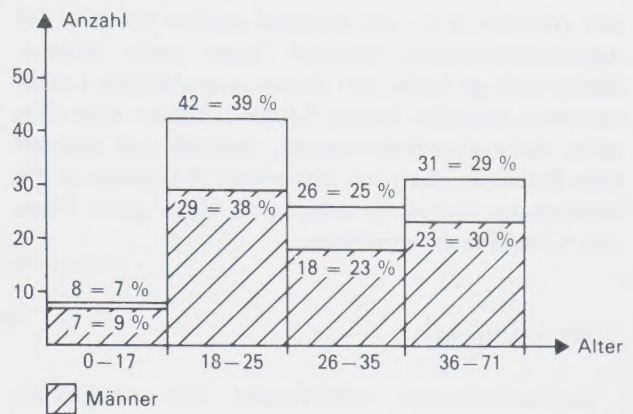


Abb. 2. Alters- und Geschlechtsverteilung der 77 Männer und 30 Frauen

der Fahrer. Der Fahrer wird bei einem Frontalzusammenstoß vom Lenkrad aufgehalten, während die Windschutzscheibe vom Beifahrer zertrümmert wird. 70 % der Männer und 50 % der Frauen sind selber gefahren. Drei der Beifahrer wurden auf dem Hintersitz verletzt: einer durch hineingeschleuderte Glasscherben, ein zweiter durch einen Unfall von der Seite her, ein dritter in unbekannter Weise. Hier besteht die geringste Gefahr, von Windschutzscheibenglas verletzt zu werden (Abb. 3).

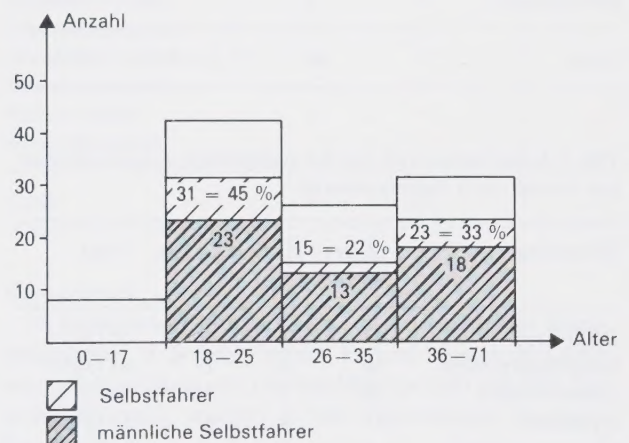


Abb. 3. Verteilung der 69 Selbstfahrer und 38 Beifahrer mit Anteil der männlichen Lenker.

Alkohol und Sicherheitsgurten

20 % aller Verunglückten waren alkoholisiert, 97 % trugen keine Gurten. Die angegurteten Insassen erlitten meistens Verletzungen durch den indirekten Mechanismus.

Zeit vom Unfall bis zur Operation

91 % der Patienten wurden innerhalb 24 Stunden, weitere zwei nach kurzen Zwischenhalten in anderen Spitälern innerhalb 36 Stunden chirurgisch versorgt. Acht Patienten warteten länger: eine Patientin sieben Tage, weil sie sich nicht behandeln lassen wollte, die übrigen vier bis sogar 28 Tage. In den Untersuchungen

von *Hollwich* et al. und *Gailloud* wurden bis 10 % der Augenperforationen während Tagen nicht erkannt, häufig weil sie klein oder hinter ausgedehnten Lidhämatomen versteckt waren. Kleine Läsionen sind aber meist nicht so schwerwiegend, weshalb von unseren zehn Patienten, die nach den ersten 24 Stunden in die Behandlung kamen, trotzdem acht einen guten Visus von 0,5 und mehr erreichten.

2. Eintrittsbefund

Korneaerosionen, -schürfungen und -tangential-schnitte wurden nicht berücksichtigt, nur die Perforationen. Von 107 Patienten wiesen 18 (= 17 %) eine bilaterale Läsion auf, was ein Unfallgut von 125 perforierten Augen ergibt. Ophthalmologischer Eintrittsbefund: (Tab. 1 + 2)

Tab. 1. 125 Augenperforationen verteilt nach Operationsmethode.

Verletzung	GoM	GmM	Total	Prozent
Sklerokorneale Perforation	26	41	67	54 %
Korneaperforation	14	14	28	22 %
Skleraperforation	26	2	28	22 %
Spontanenukleation	1	—	1	1 %
Bulbusruptur	1	—	1	1 %
Total	68	57	125	100 %

Tab. 2. Lokalisation und Art der zusätzlichen Augenverletzungen verteilt nach Perforationstyp.

Verletzung	Sklera-Kornea	Kornea	Sklera	Total
Irisprolaps	47	15	6	68 (54 %)
Glaskörperprolaps	30	6	7	43 (34 %)
Linsenluxation	20	2	2	24 (19 %)
Hyphäma	7	4	6	17 (14 %)
Choroideaprolaps	9	2	3	14 (11 %)
Ziliarkörperprolaps	11	—	1	12 (10 %)
Katarakt	6	5	—	11 (9 %)
Aniridie	8	—	—	8
Netzhautprolaps	6	—	1	7
Glaskörperblutung	2	—	4	6
Iridodialyse	4	1	—	5
Amotio	—	—	2	2

Allgemeiner Eintrittsbefund: (Tab. 3)

Wie zu erwarten, sind entsprechend den Flächenanteilen der Kornea und Sklera im Lidspalt Kornea- und Skleraperforationen gleich häufig und gemischte Perforationen doppelt so häufig, was auch *Hollwich* et al. und *Merté* et al. bestätigen. Bei Mitbeteiligung der

Tab. 3. Lokalisation und Art der Körperverletzungen.

Verletzung	Anzahl
Multiple Gesichtsschnittwunden*	72 (67 %)
Schädelfrakturen	22 (21 %)
Hirnerschütterungen	17 (16 %)
Extremitätenfrakturen, -luxationen	12 (11 %)
Sternum- und Rippenfrakturen	6
Zahnfrakturen	4
Wirbelsäuleverletzungen	3
Kontusionen des Abdomens	3
Herzquetschungen	2
Hirnquetschungen	2
Fazialisparesen	2
Subduralblutung	1
Abdominalblutung	1
Beckenfraktur	1

* die Lider waren fast immer verletzt

Netzhaut waren die meisten Augen praktisch verloren. Die sklerokornealen Verletzungen stellen somit die schwerwiegendsten Verletzungen dar. Die Verletzungshäufigkeit der inneren Augenteile nimmt mit der Tiefe ab: Iris 65 %, Glaskörper 34 % (Skleraperforationen!), Linse 28 %, Choroidea 11 %, Netzhaut 8 %. *Taglioni* et al., *Marx* et al., *Peyresblanques* finden ähnliche Resultate.

34 % unserer Patienten erlitten zusätzliche Körperverletzungen, 7 % waren polyblessés. Diese Werte entsprechen denen von *Hollwich* et al., *Taglioni* et al., *Hugonnier*, *Marx* et al.

3. Dauer des Krankheitsverlaufs bis zum Endzustand

Unter Endzustand wird ein stationärer Zustand des Auges verstanden, bei dem während mindestens zwei Jahren keine neuen Komplikationen aufgetreten sind oder Behandlungsmassnahmen vorgenommen wurden. Nur bei zwei Patienten traten nach einem längeren Intervall Veränderungen auf: Ein Patient zeigte einen Nachstar fünf Jahre nach Kataraktoperation, bei einer 67jährigen wurde nach neun Jahren das verunfallte Auge phthisisch. Dies bedingt, dass Patienten, deren Krankengeschichte noch nicht abgeschlossen oder deren Zustand noch nicht zwei Jahre lang stabil war, in der Auswertung nicht mit einbezogen wurden.

Die Dauer bis zur Erholung hängt hauptsächlich von der Art der Verletzung ab und lässt sich entsprechend in drei Perioden zusammenfassen: Skleraperforationen und primäre Enukleationen benötigen ungefähr einen Monat, sklerokorneale und korneale Perforationen aber bis zu zwei Jahren, während schwere sklerokorneale Perforationen u. U. eine noch längere Behandlungsdauer erfordern. Eine Verkürzung der Erholungszeit bei operativer Versorgung mit dem Mikroskop lässt sich nicht nachweisen (Abb. 4).



Abb. 4. Dauer bis zum Erreichen des Endzustandes bei 90 Patienten verteilt nach GoM und GmM mit Anteil der Skleraperforationen und primären Enukleationen.

Komplikationen

Nachstarmembranen, Aniridie, Iriskolobom und -atrophie wurden nicht als Komplikationen aufgeführt. Zwei Patienten erlagen ihren Kopfverletzungen nach zwei respektive neun Tagen. Die Komplikationen teilen wir in Frühkomplikationen – während dem ersten postoperativen Jahr – und in Spätkomplikationen ein. Nur 10 % Komplikationen sind nach dem ersten Jahr bei 15 % der Patienten aufgetreten, d. h. bei 85 % waren die Auswirkungen des Traumas im Verlaufe des ersten Jahres nach dem Unfall abgeklungen (87 % der GoM, 83 % der GmM). 28 % der Patienten machten überhaupt keine Komplikationen (Tab. 4 + 5).

Tab. 4. Frühkomplikationen im ersten postoperativen Jahr.

Komplikation	GoM	GmM	Total
Irissynechien*	17	25	42 (34 %)
Glaskörperdestruktion	9	13	22 (18 %)
Sekundärkatarakt	8	10	18 (15 %)
Korneavaskularisation	6	11	17 (14 %)
Glaskörperblutung	9	8	17 (14 %)
Augenschwund (Phthisis bulbi)	9	6	15 (12 %)
Sekundäramotio	8	5	13 (10 %)
Strabismus	4	7	11 (9 %)
Korneadystrophie	5	5	10 (8 %)
Glaskörperschwartenbildung	2	3	5
Hyphäma	2	3	5
Sekundärglaukom	1	4	5
Iridodialyse	1	3	4
epiretinale Fibroplasie	1	2	3
Makulaödem	1	–	1
Irisatrophie	–	1	1
Total	83	106	189

* = vordere und hintere Synechien, Synechien der Linsenkapsel und Glaskörpermembran

Tab. 5. Spätkomplikationen nach dem ersten postoperativen Jahr.

Komplikation	GoM	GmM	Total
Strabismus	2	2	4
Sekundärkatarakt	2	1	3
Sekundärglaukom	2	1	3
Glaskörperdestruktion	–	3	3
Korneadystrophie	–	2	2
Phthisis bulbi	1	–	1
Sekundäramotio	–	1	1
Total	7	10	17

Operationen

56 Operationen waren nötig zur Korrektur der Komplikationen, d. h. jeder zweite Patient musste im Laufe seiner Behandlung ein zweites Mal operiert werden. Bei sechs Patienten wurden je vier Operationen durchgeführt (Tab. 6).

4. Endzustand

Visus

Über ein Drittel aller Augen sind funktionell erblindet (!), mehr als die Hälfte aller Patienten sehen für ein normales Leben ungenügend. Gemäss Tab. 7 lassen sich folgende Prognosen stellen: die grossen sklerokornealen Perforationen (Abb. 5) haben die geringsten Aussichten auf ein gutes Ergebnis. Etwas bessere haben die reinen Skleraperforationen (Abb. 7), am besten erholen sich die Korneaperforationen (Abb. 6). Die Analyse der Visusresultate in Korrelation zur mikrochirurgischen Versorgung (Tab. 7) ergibt bei sklerokornealen und kornealen Perforationen einen höheren Anteil an

guten bis brauchbaren Visusresultaten bei gleichen Anteilen erblindeter Augen. Im Gegensatz zu *Hollwich* et al. finden wir, dass die binokulären Verletzungen nicht die schwerwiegendsten darstellen, denn 53 % dieser Augen behielten einen guten Visus, und nur 31 % erblindeten (Tab. 8).

Tab. 6. Operationen während und nach dem ersten postoperativen Jahr.

Operationen im ersten postoperativen Jahr	GoM	GmM	Total
Kataraktoperation	7	10	17
Amotiooperation	3	2	5
Photokoagulation	4	–	4
Sekundäre nukleation und -eviszeration	2	1	3
Nachstardiszision	2	1	3
Schieloperation	1	–	1
Wundrevision	1	–	1
Bindehautdeckung	1	–	1
Keratoplastik	–	1	1
Synechienlösung	–	1	1
Fremdkörperentfernung	–	1	1
Diathermie Weekers	–	1	1
totale Iridektomie	–	1	1
Total	21	19	40
Operationen nach erstem postoperativem Jahr			
Kataraktoperation	2	2	4
Schieloperation	1	3	4
Nachstardiszision	–	3	3
Amotiooperation*	–	3	3
totale Iridektomie	–	1	1
Autotransplantation	–	1	1
Total	4	12	16
Operationen insgesamt	25	31	56

* davon eine Zerklagelockerung

5. Invalidität und Gliedverlust

69 % der Patienten beziehen eine Invaliditätsrente oder mussten ihren Beruf wechseln. Die folgenschwersten Schäden sind:

Tab. 7. Visusresultate verteilt nach Gruppe und Perforationsart.

Funktion	sklero-kornea	GoM	GmM	korneal	GoM	GmM	sklera	GoM	GmM	Total
guter Visus	26 (40 %)	8	18	15 (54 %)	8	7	14 (50 %)	12	2	55 (45 %)
Patient noch selbständig	12 (16 %)	3	9	7 (25 %)	2	5	4 (14 %)	4	–	23 (18 %)
Restfunktion	29 (42 %)	15	14	5 (18 %)	3	2	10 (36 %)	10	–	43 (35 %)
ad exitum	1 (2 %)	1	–	1 (3 %)	1	–	–	–	–	2 (2 %)
Total	68 (100 %)			28 (100 %)			28 (100 %)			124 (100 %)

Abulbie: 13 Enukleationen und Eviszerationen als Teil der Wundversorgung (= 12 % der Patienten).

Phthisis bulbi: 16 bei 15 Patienten (= 14 %).

Amotio: 14 Patienten mit 16 Netzhautablösungen; acht wurden erfolgreich operiert, acht bleiben abgelöst (= 6 %). Vier haben eine Aphakie-Amotio.

Aphakie: 45 bei 42 Patienten (= 39 %), 24 durch Linsenluxation, 21 durch Extraktion einer traumatischen Katarakt. Bei elf weiteren Linsentrübungen war bis jetzt keine Operation indiziert.

Strabismus: 15 Patienten schielen (= 14 %), davon zwölf aphakiebedingt.

Aniridie: Neun bei acht Patienten (= 7 %), sieben als direkte Folge des Unfalls, zwei als Teil der Versorgung.

Unsere Zahlen betreffend Alters- und Geschlechtsverteilung, Alkoholmissbrauch, Komplikationshäufigkeiten sowie funktionelle Resultate werden von *Hollwich* et al., *Merté* et al., *Taglioni* et al., *Boudet*, *Peyresblanques*, *Müller-Jensen* und *Holland* bestätigt.

Tab. 8. Visusresultate der binokulären Läsionen; bds = beidseits.

Perforation	Visus
bds sklerokorneal	5 0.4/0.2 0.6/Fingerzählen 1.5/Amaurose 0.6/Amaurose 0.1/Amaurose
sklerokorneal/korneal	7 1.25/1.25 0.7/1.0 1.25/0.4 1.0/0.3 Amaurose/1.0 Amaurose/1.0 Amaurose/0.8
sklerokorneal/skleral	2 Handbewegungen/1.0 Amaurose/1.0
bds korneal	1 1.0/1.0
bds skleral	3 1.0/1.0 1.0/0.3 bds Lichtperception

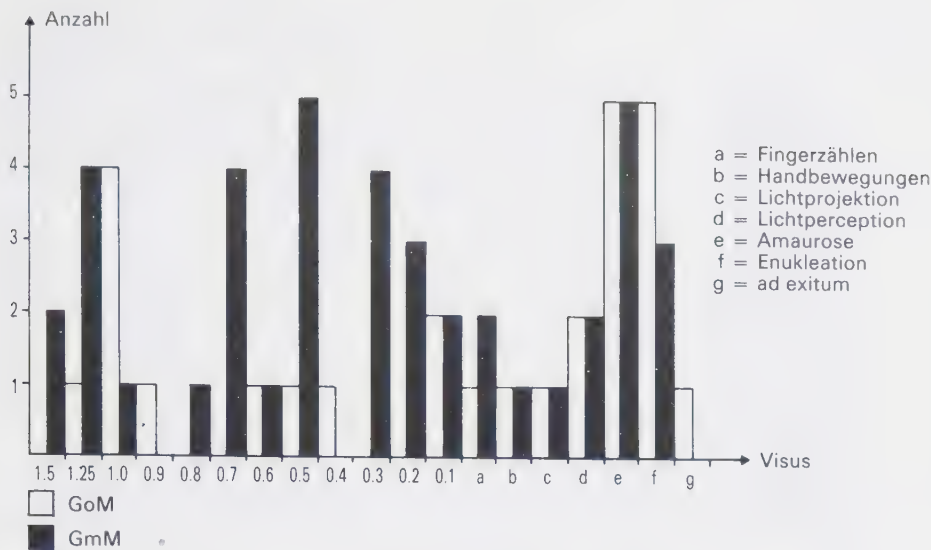


Abb. 5. Visus nach korneoskleraler Perforation.

Resultat:	GoM	GmM
guter Visus (>0,4)	8	18
Patient selbständig (0,1-0,4)	3	9
Restfunktion (<0,1)	15	14
ad exitum	1	-
	27	41

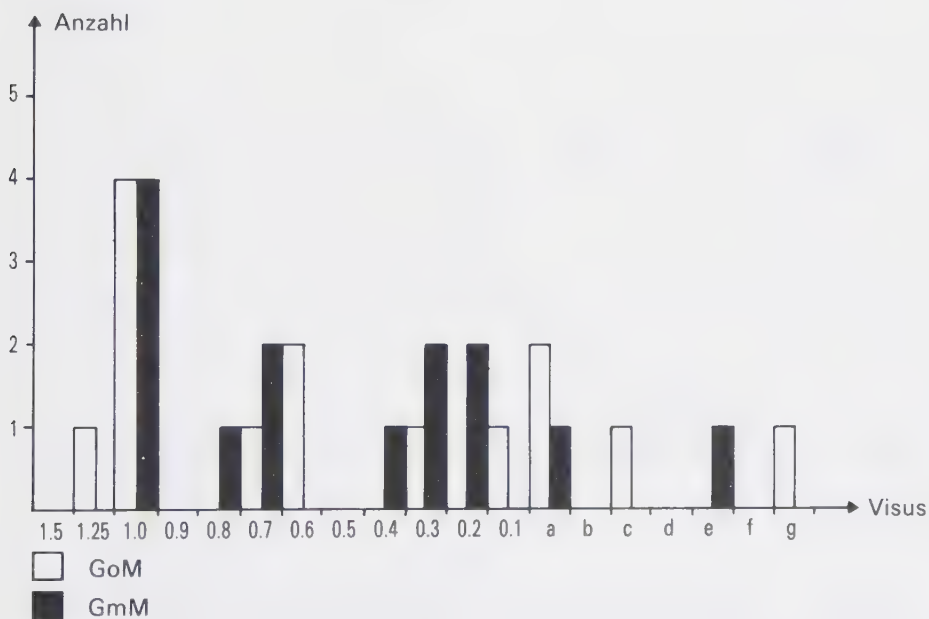


Abb. 6. Visus nach kornealer Perforation.

Resultat:	GoM	GmM
guter Visus (>0,4)	8	7
Patient selbständig (0,1-0,4)	2	5
Restfunktion (<0,1)	3	2
ad exitum	1	-
	14	14

6. Unfallstatistik

Wie Abbildung 8 verdeutlicht, steigt seit 1968 das Verkehrsaufkommen um jährlich 4,7 % und liegt damit über den stagnierenden Bevölkerungs- und den abneh-

menden Unfallzahlen. Im Kanton Zürich haben seit 1970, gesamtschweizerisch seit 1972 (Abb. 9) die Unfälle abgenommen.

Die Verletzungen nehmen aber seit 1976 trotz Gurtenobligatorium und Geschwindigkeitsbegrenzung

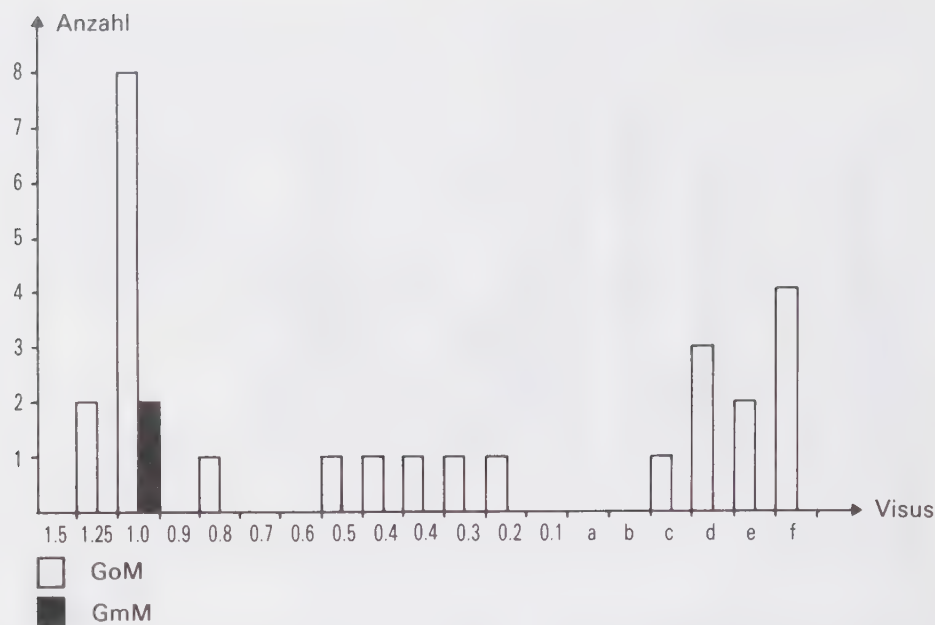


Abb. 7. Visus nach skleraler Perforation.

Resultat:	GoM	GmM
guter Visus ($>0,4$)	12	2
Patient selbständig ($0,1-0,4$)	4	—
Restfunktion ($<0,1$)	10	—
	26	2

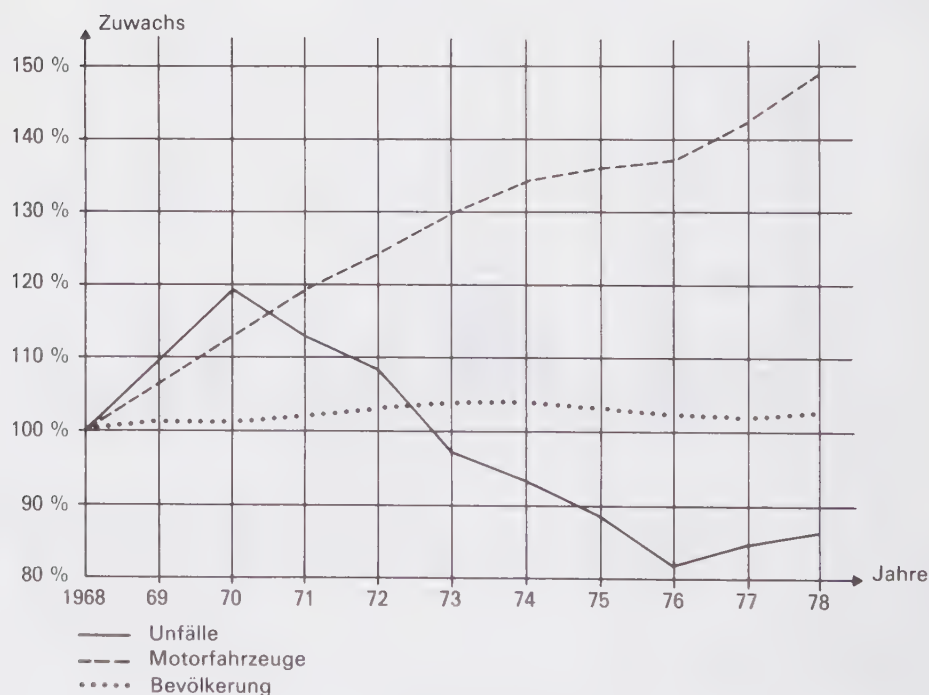
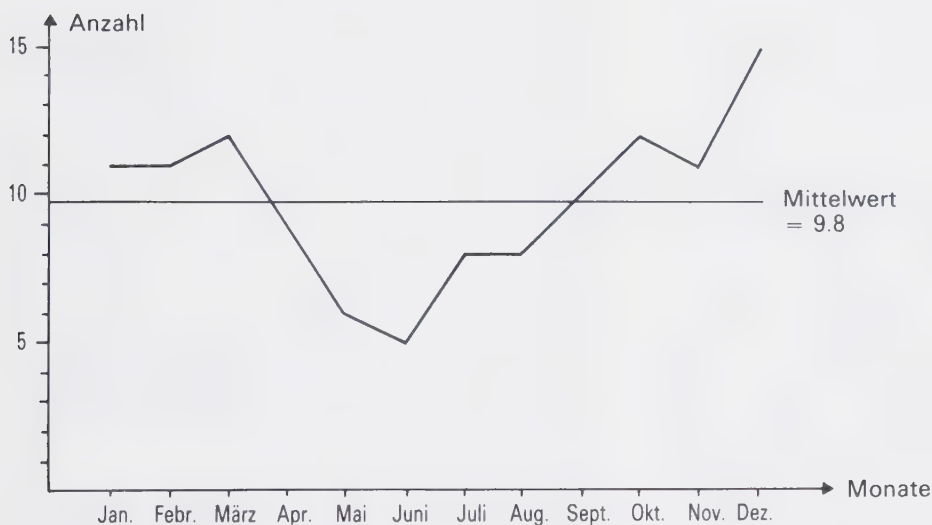
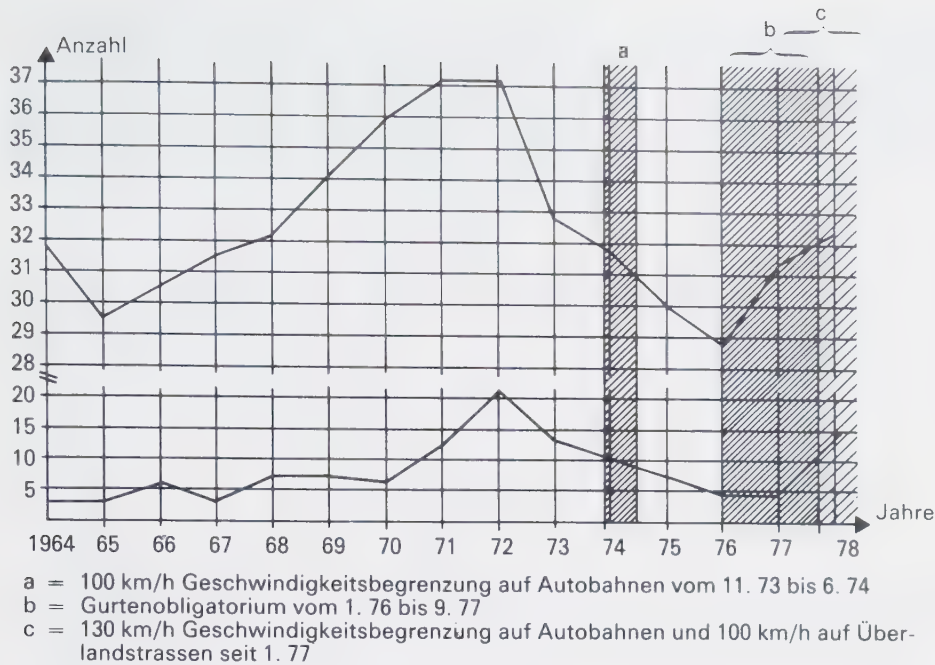


Abb. 8. Unfallstatistik des Kantons Zürich von 1968 bis 1978.

wieder zu, die Augenperforationen jedoch erst mit dem Aufheben des Gurtenobligatoriums im Jahre 1977! Unter der Annahme, dass Teile von Zürich, Zug, Aargau, Thurgau und Schwyz grob das Einzugsgebiet des Universitätsspitals Zürich darstellen, ergibt sich eine Augenperforationsrate von ungefähr 2 ‰, was unter

der Schätzung von *Peyresblanques* (0,7 bis 1,6 ‰), *Boudet* (1 ‰) und *Hugonnier* (1 ‰) liegt.

Am meisten ereignen sich Unfälle während der wetterungünstigen Wintermonate (Abb. 10). In der Sommerjahreshälfte ist nur in den Ferienmonaten Juli und August ein leichter Anstieg bemerkbar. Die Unfälle

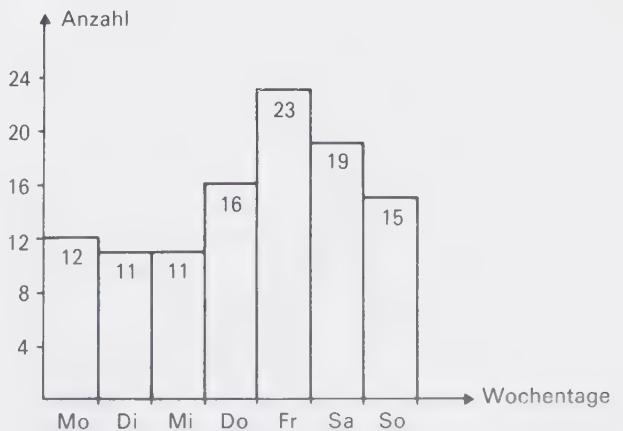


eignen sich bevorzugt am Freitag und Samstag (Abb. 11). Dies bestätigt auch die Unfallstatistik der Kantonspolizei Zürich. Bezüglich Tageszeit fand *Hollwich et al.*, *Müller-Jensen et al.* und *Holland*, dass Unfälle besonders nachts und bei Dämmerung stattfinden.

Unfallprophylaxe

Sicherheitsgurten

Sämtliche aufgeführten Autoren stellen wie wir fest, dass wenige bis keine Verletzte Sicherheitsgurten im Moment des Unfalls trugen. Alle sind der Ansicht, dass der grösste Teil dieser Verletzungen durch das Tragen



von Gurten vermieden worden wäre. Es gibt Fälle, in denen Sicherheitsgurten Verletzungen nur vermindern können oder gar nichts nützen, besonders bei Auffahrunfällen mit über 70 km/h (nach *Hollwich* et al. und *Hugonnier* zu 33 % vorkommend) und Unfällen mit indirektem Mechanismus (nach *Peyresblanques* und *Boudet* zu 5 % vorkommend).

Mit Sicherheitsgurten können sogar schwerere Verletzungen erfolgen als ohne, dies aber nur in 0,65 % der Unfälle (*Zollinger*). Ob ein Gurtenobligatorium eine Senkung der Verletzungsrate zur Folge hat, hängt von der Strenge der durchgeführten Kontrollen ab. *Marx* et al. berichten aus Frankreich, dass trotz Gurtenobligatorium die Augenverletzungen nicht abgenommen hätten.

Windschutzscheiben

Die europäischen Autohersteller verwenden heute vorwiegend das Securitglas als Windschutzscheibe, das durch Abkühlung an einem kalten Luftstrom an der Oberfläche Druckspannungen und im Innern Zugspannungen entwickelt. Durch diese Konstruktion explodiert die ganze Windschutzscheibe bei einem heftigen Schlag in kleine, würfelartige Glassplitter, was den Vorteil hat, dass keine langen dolchartigen Scherben entstehen. Doch dadurch verliert der Fahrer die Sicht nach aussen (bei Aufprall von Kieselsteinen häufiger Grund von Unfällen auf Autobahnen), und die Autoinsassen werden häufig von entgegenfliegenden Glassplittern verletzt. Die vorteilhaftere Triplexscheibe besteht aus Glasscheiben mit dazwischenliegender Kunststoffolie aus Polyvinylbuthral (0,75 mm dick). Diese verhindert, dass bei einem Steinschlag die ganze Scheibe zerspringt und dass Glasscherben sich loslösen und ins Wageninnere fliegen. Ausserdem bietet sie der nach vorne geschleuderten Person einen grösseren Widerstand, denn erst ab einer Auffahrgeschwindigkeit von 40 km/h (im Gegensatz zu 20 km/h bei der Securit-scheibe) besteht Durchstossgefahr. Gegen fliegende Objekte von aussen bietet sich Sicherheit bis zu 100 km/h. Seit der Erfindung 1966 ist sie inzwischen in den USA, in Kanada, Schweden und Norwegen sowie bei Rennwagenausrüstungen (*Glozzi*) als obligatorisch erklärt worden.

Amerikanische und englische Tests über das Verhalten dieser Scheibe haben ergeben, dass unangeschnallte Insassen sich viermal weniger verletzen (*Mackay*). Über die Ansicht, es herrsche grössere Commotio- und Contusio-cerebri-Gefahr, gehen die Meinungen auseinander.

Hollwich et al. erwähnen die Möglichkeit, den unteren Windschutzscheibenrahmen tiefer hinter ein gepolstertes Armaturenbrett zu versenken, damit die gefährliche Bruchkante ausser Reichweite käme. Leider aber macht der Trend zu aerodynamischen Konstruktionen mit geneigter Windschutzscheibe den Abstand zum Kopf kleiner und erhöht die Verletzungsgefahr. Abschliessend möchten wir folgende Massnahmen zur Verhütung von Unfallverletzungen empfehlen: Konse-

quentes Anlegen von Dreipunktsicherheitsgurten, Verwendung einer Triplexscheibe, Verwendung einer richtig eingestellten Kopfstütze, Versenkung des unteren Windschutzscheibenrahmens hinter einem gepolsterten Armaturenbrett, Konstruktion von Autos mit genügendem Kopf/Windschutzscheiben-Abstand, vorsichtiges Fahren, kein Alkohol!

Bibliographie

1. *Boruchoff S. A.*: Practical Management of Ocular Injuries. International Ophthalmology Clinics, 1974.
2. *Boudet C.*: Plaies et contusions du segment antérieur de l'œil, Société française d'Ophtalmologie et Masson, Paris, 97-103, 1979.
3. Daimler-Benz Aktiengesellschaft, Stuttgart: Unterlagen über Windschutzscheibenmarken
4. *Delorme R., Taglioni M., Diais D., Hervouet F., Legrand J.*: A propos des plaies oculo-palpebrales par éclat de pare-brise. Bull. Soc. Ophtal. Fr., juillet-août, 840-842, 1971.
5. Eidgenössisches Statistisches Amt, Bern: Unfallstatistiken.
6. *Eisner G.*: Blessures causées par le pare-brise. Conférence de presse sur la sécurité routière, Genève, 24 octobre 1973.
7. *Gailloud C., Ducrey N., Grounauer P.*: Les lésions oculaires dans les accidents de la circulation. Therapeutische Umschau 32, 1, 55-58, 1975.
8. *Glozzi G.*: Le pare-brise feuilleté élément de sécurité pour les automobiles d'aujourd'hui et de demain. Press conference «road safety» Brussels, 19 octobre 1970.
9. *Gloor B.*: Die Windschutzscheibe und ihre Gefahren, Auto 12, 557-558, 1973.
10. *Gögler E.*: Handbuch der Verkehrsmedizin. Springer, Berlin 441, 1968.
11. *Holland G.*: Lésions aux yeux provoquées par le pare-brise des automobiles. Conférence de presse sur la sécurité routière, Genève, 24 octobre 1973.
12. *Hollwich F., Barb K., Boateng A.*: Windschutzscheibenverletzungen. Klin. Mbl. Augenheilk. 161, 666-679, 1972.
13. *Hugonnier R.*: Les plaies oculo-palpebrales par accidents de la route. Conférence de presse sur la sécurité routière, Genève, 24 octobre 1973.
14. Kantonspolizei Zürich: Unfallstatistiken.
15. Les avantages du pare-brise feuilleté par rapport au pare-brise en verre trempé. Conférence de presse sur la sécurité routière, Genève, 24 octobre 1973.
16. *Mackay G.*: Blessures et pare-brise. Conférence de presse sur la sécurité routière, Genève, 24 octobre 1973.
17. *Marx P., Brasseur G., Lelong M.*: Plaies perforantes du globe par éclats de pare-brise observées au C. H. U. de Rouen au cours des huit dernières années. Bull. Soc. Ophtal. Fr., 881-884, septembre-octobre 1975.
18. *Merté H.-J., Sipp V.*: Augenverletzungen durch Kraftwagenunfälle. Klin. Mbl. Augenheilk. 171, 900-906, 1977.
19. *Müller-Jensen K., Allmaras W.*: Zur Prognose der Augenverletzungen bei Verkehrsunfällen. Klin. Mbl. Augenheilk. 153, 803-807, 1968.
20. *Paton D., Goldberg M.*: Management of ocular injuries. W. B. Saunders Company, 1976.
21. *Peyresblanques J.*: Corps étrangers oculaires par brise de pare-brise. Bull. Soc. Ophtal. Fr., 1047-1050, novembre 1973.
22. *Peyresblanques J.*: Plaies oculaires par brise de pare-brise. Bull. Soc. Ophtal. Fr., 103-109, janvier 1974.

23. *Schwöbel M.*: Der postoperative Astigmatismus nach perforierenden Keratoplastiken. Diss. med. Zürich, 1975.
24. *Stallard H.*: Eye Surgery, 5th edition, 1973.
25. *Taglioni M., Delorme R., Diais D.*: Plaies oculo-palpebrales par rupture du pare-brise. Clin. Ophtal. 1, 17-25.
26. *Troutman R.*: Artiphakia and Aniseikonia, Transactions of the American ophthalmological Society. Vol. 60, 598-599, 1962.
27. *Urio R.*: Zum Problem des Binokularsehens bei einseitiger traumatischen Aphakie. Diss. med. Zürich, 1974.
28. *Vallat*: Traitement des plaies cornéennes. Bull. Soc. Ophtal. Fr., 1043-1045, novembre 1973.
29. *Vesel-Vazny D.*: Aphakie-Amotio. Diss. med. Zürich, 1976.
30. *Witmer K.*: Astigmatismus und Drucksteigerung nach Kataraktoperationen. Diss. med. Zürich, 1975.
31. *Zollinger U.*: Häufigkeit und Umstände nachteiliger Auswirkungen von Sicherheitsgurten. «Der Verkehrsunfall», Heft 4, 67-76, 1978.

Adresse des Autors: Marc A. Peter, Forchstrasse 418, 8702 Zollikon.

Curriculum vitae

1955 wurde ich als Sohn von Schweizer Eltern in Princeton, New Jersey, USA, geboren. 5 Jahre später zogen wir nach Palo Alto, California, wo ich die Primar- und Mittelschule besuchte. Mit 14 Jahren siedelte unsere Familie in die Schweiz über, und ich begann meine Schulzeit im Realgymnasium Zürichberg. 1974 schloss ich mit der Matura Typ B ab und begann im selben Jahr mein Medizinstudium an der Universität Zürich. Heute befinde ich mich im achten Semester nach Absolvierung der drei propädeutischen Examina. Mein Staatsexamen werde ich voraussichtlich Ende 1981 bestanden haben.

Zürich, im Juli 1979

Marc A. Peter
Forchstr. 418
8702 Zollikon

